

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3435611 A1

⑤1 Int. Cl. 3:  
F23 R 3/42  
F 23 R 3/60

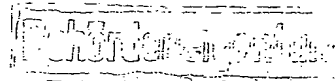
②1 Aktenzeichen: P 34 35 611.8  
②2 Anmeldetag: 28. 9. 84  
④3 Offenlegungstag: 18. 4. 85

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
03.10.83 US 538,302

⑦1 Anmelder:  
General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

⑦4 Vertreter:  
Schüler, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 6000  
Frankfurt

⑦2 Erfinder:  
Scott, Thomas Lloyd, Marblehead, Mass., US



⑤4 Abgeschirmter Brenner

Eine radiale Lippe einer Hochtemperatur-Brennerverkleidung wird in einer radial gerichteten Aufnahme in einem Mantel eines Brenners mechanisch verriegelt. In einem Ausführungsbeispiel ist die Aufnahme an einander anliegenden Rändern von Mantelabschnitten ausgebildet, die durch eine Schweißnaht verbunden sind. Die Schweißnaht ist zugänglich zum Abschleifen, um einen Zugang zur Verkleidung für eine Auswechselung zu bilden. In Ausführungsbeispielen, in denen mehrere Verkleidungsabschnitte verwendet werden, überlappt und schützt ein stromabwärtiges Ende eines Verkleidungsabschnittes ein stromaufwärtiges Ende eines benachbarten Verkleidungsabschnittes mit dessen radialer Lippe, um die radiale Lippe und die Aufnahme vor den Temperaturen in der Verbrennungszone zu schützen und einen Kühlluftfilm entlang einer Innenfläche der benachbarten Verkleidung zu leiten. Zwischen benachbarten Verkleidungsabschnitten können zum Zentrieren Positionierungsvorsprünge vorgesehen sein.

DE 3435611-A1

DE 3435611 A1

Dr. Horst Schüler  
PATENTANWALT  
EUROPEAN PATENT ATTORNEY

3435611

6000 Frankfurt/Main 1  
Kaiserstrasse 41

Telefon : (0611) 235555  
Telex : 04-16759 mapat d  
Telegramm : mainpatent frankfurt  
Telekopierer : (0611) 25 16 15  
(CCITT Gruppe 2 und 3)  
Bankkonto : 225/0389 Deutsche Bank AG  
Postscheckkonto : 262420-602 Frankfurt/M.

Ihr Zeichen/Your ref. :

Unser Zeichen/Our ref.: 9453.1-13LN-O1589

Datum/Date : 27. Sept. 1984  
Vo./he.

General Electric Company  
1 River Road  
Schenectady, N.Y./U.S.A.

---

Abgeschirmter Brenner

---

Ansprüche

1. Brenner mit einer Verbrennungszone in einem Mantel,  
dadurch gekennzeichnet, daß der  
Mantel (26, 28) eine Aufnahmenut (30) aufweist, die sich im  
wesentlichen in Umfangsrichtung erstreckt und eine radial  
gerichtete Öffnung aufweist, und eine bogenförmige Verklei-  
dung (32, 34) vorgesehen ist, die eine Lippe (38), die in der  
Nut (30) zur Halterung der Verkleidung an dem einen Ende in  
dem Mantel angeordnet ist, und einen Abschirmabschnitt (40)  
aufweist, der zwischen dem Mantel (26, 28) und der Verbren-  
nungszone (20) angeordnet ist.
2. Brenner nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Verkleidung (32, 34) einen Ring bildet.
3. Brenner nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Ver-  
kleidung (32, 34) mehrere Verkleidungssegmente (32a, 32b,

34a, 34b) aufweist, die in Umfangsrichtung ausgerichtet in der Nut (30) angeordnet sind.

4. Brenner nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel (26, 28) und die Verkleidung (32, 34) unähnliche Materialien aufweisen, wobei das Verkleidungsmaterial höheren Temperaturen standzuhalten vermag als das Mantelmaterial.
5. Brenner nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Verkleidungsmaterial Keramik aufweist.
6. Brenner nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Verkleidungsmaterial Kohlenstoff-Kohlenstoff aufweist.
7. Brenner nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Lippe (38) an einem stromaufwärtigen Ende der Verkleidung (32, 34) angeordnet ist.
8. Brenner nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel einen äußeren Mantel (26) bildet und die Öffnung radial nach innen gerichtet ist, und daß die Verkleidung eine äußere Verkleidung (32) bildet und die Lippe (38) im allgemeinen radial nach außen geneigt ist.
9. Brenner nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel einen inneren Mantel (28) bildet und die Öffnung radial nach außen gerichtet ist, und daß die Verkleidung eine innere Verkleidung (34) bildet und die Lippe (38) im allgemeinen radial nach innen geneigt ist.

10. Brenner nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß in dem Mantel mehrere axial beabstandete Aufnahmenuten (30) angeordnet sind, wobei die Verkleidung mehrere Verkleidungsabschnitte aufweist, die in entsprechenden Nuten angeordnet sind, wobei jeder Verkleidungsabschnitt eine Lippe und einen Abschirmungsabschnitt aufweist.
11. Brenner nach Anspruch 10,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein Abschirmungsabschnitt (40) von einem ersten Verkleidungsabschnitt (32a) mit radialem Abstand von einer Lippe (38) eines benachbarten zweiten Verkleidungsabschnittes (32b) und diese überlappend angeordnet ist zum Abschirmen der Lippe und der Nut gegenüber den Verbrennungsgasen.
12. Brenner nach Anspruch 11,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß einer der ersten und zweiten Verkleidungsabschnitte drei derart angeordnete Vorsprünge (88) aufweist, daß diese an dem anderen Verkleidungsabschnitt anliegen und wenigstens einen der ersten und zweiten Verkleidungsabschnitte in dem Brenner zentrieren.
13. Brenner nach Anspruch 10,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mehrere Kühlluftöffnungen (42) in dem Mantel angeordnet sind und Kühlluft für einen Aufprall gegen eine Außenfläche (46) der Verkleidung richten, welche Kühlluft dann über eine Innenfläche von einer benachbarten, stromabwärtigen Verkleidung strömt.
14. Brenner nach Anspruch 13,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine der Verkleidungen eine Verdünnungsöffnung (48) aufweist, die einen Teil der Prallluft aufnimmt und derart richtet, daß die Verbrennungsgase in dem Brenner verdünnt werden.

15. Brenner nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Nut (30) im allgemeinen U-förmig ist und einen Scheitel  
(56) aufweist.
16. Brenner nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Nut (30) durch komplementäre Enden (58, 60) von benach-  
barten ersten und zweiten Mantelabschnitten (26a, 26b) ge-  
bildet ist, die an dem Scheitel aneinander befestigt  
sind.
17. Brenner nach Anspruch 16,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Nut (30) eine erste radial gerichtete Wand (62), die ein-  
stückig mit einem stromabwärtigen Ende des ersten Mantel-  
abschnittes (26a) ausgebildet ist, eine zweite radial ge-  
richtete Wand (68), die einstückig mit einem stromauf-  
wärtigen Ende des zweiten Mantelabschnittes (26b) ausge-  
bildet ist, eine erste Biegung (64) an einem radial äuße-  
ren Ende der ersten radial gerichteten Wand (62) und eine  
zweite Biegung (70) an einem radial äußeren Ende der zwei-  
ten radial gerichteten Wand (68) aufweist, wobei die er-  
sten und zweiten Biegungen die ersten und zweiten zusammen-  
passenden Oberflächen (66, 72) in gegenseitiger Anlage  
halten.
18. Brenner nach Anspruch 17,  
dadurch gekennzeichnet, daß eine  
Schweißnaht einen Teil der ersten und zweiten zusammen-  
passenden Oberfläche verbindet.
19. Brenner nach Anspruch 18,  
dadurch gekennzeichnet, daß der  
Teil ein radial äußerster Teil ist derart, daß die Schweiß-  
naht (90) entferntbar ist für einen Zugang zu einer in der  
Nut gehaltenen Verkleidung.

20. Brenner nach Anspruch 17,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die erste radial gerichtete Wand eine erste radiale Ausdehnung aufweist derart, daß eine Innenfläche des ersten Mantelabschnittes mit einer Innenfläche einer in der Nut gehaltenen Verkleidung im wesentlichen ausgerichtet ist, und daß die zweite radial gerichtete Wand eine zweite radiale Ausdehnung aufweist, die kleiner als die erste radiale Ausdehnung ist, zur Bildung eines Luftströmungskanals.

21. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 20, für einen Gasturbinenmotor,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h :  
einen Dom,

einen Außenmantel mit wenigstens ersten und zweiten Mantelabschnitten,  
einer ersten radial gerichteten Aufnahmenut an einer Verbindungsstelle des Doms und der ersten und zweiten Mantelabschnitte,

eine zweite radial gerichtete Aufnahmenut an einer Verbindungsstelle der ersten und zweiten Mantelabschnitte,

einen ersten Verkleidungsabschnitt auf der Innenseite des Mantels mit einer ersten radial gerichteten Lippe auf seinem stromaufwärtigen Ende, die in der ersten radial gerichteten Aufnahmenut aufgenommen ist und den ersten Verkleidungsabschnitt in dem Brenner in einem Abstand innen von dem ersten Mantelabschnitt hält zur Bildung eines ersten Strömungskanals,

wenigstens einen zweiten Verkleidungsabschnitt auf der Innenseite des Mantels, der eine zweite radial gerichtete Lippe auf einem stromabwärtigen Ende aufweist, die in der zweiten radial gerichteten Aufnahmenut aufgenommen ist und den zweiten Verkleidungsabschnitt in dem Brenner mit Innenabstand von dem zweiten Mantelabschnitt haltet, und

Mittel zum Leiten einer Luftströmung durch den ersten

Mantelabschnitt in den Strömungskanal, wobei das stromabwärtige Ende des ersten Verkleidungsabschnittes mit Abstand radial innen von einem stromabwärtigen Ende des zweiten Verkleidungsabschnittes angeordnet ist und diesen überlappt zur Bildung eines Kühlluftfilms von dem Strömungskanal entlang einer Innenfläche des zweiten Verkleidungsabschnittes, wobei diese Überlappung und die Luftströmung die zweite radial gerichtete Aufnahmenut vor den Temperaturen in der Verbrennungszone des Brenners abschirmt.

22. Verkleidung für einen Mantel, gekennzeichnet durch eine Aufnahmenut zum Aufnehmen und Haltern eines Endes einer bogenförmigen Verkleidung, die eine Lippe und einen Abschirmungsabschnitt aufweist, wobei die Lippe relativ zum Abschirmungsabschnitt geneigt ist.
23. Verkleidung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Lippe im wesentlichen senkrecht zum Abschirmungsabschnitt geneigt ist.
24. Verkleidung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Verkleidung aus einem anderen Material als der Mantel besteht, wobei das Verkleidungsmaterial höheren Temperaturen zu widerstehen vermag als das Mantelmaterial.
25. Verkleidung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Verkleidungsmaterial Keramik ist.
26. Verkleidung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Verkleidungsmaterial Kohlenstoff-Kohlenstoff ist.

27. Verfahren zum Reparieren eines Brenners mit einem Mantel, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aufnahmenut gebildet wird, die das eine Ende einer Verkleidung mit einem Lippenabschnitt aufnimmt und haltet, der Mantel an der Aufnahmenut getrennt wird, eine Auswechselungsverkleidung zwischen den getrennten Abschnitten des Mantels eingesetzt wird und die getrennten Abschnitte des Mantels miteinander verbunden werden.



---

### Abgeschirmter Brenner

---

Die Erfindung bezieht sich auf Gasturbinenbrenner und insbesondere auf einen Brenner mit einer Verkleidungsanordnung, die erhöhten Temperaturen zu widerstehen vermag.

Die Erhöhung des Wirkungsgrades von thermischen Motoren bzw. Triebwerken mit steigender Temperatur hat Versuche gerechtfertigt, die Verbrennungstemperaturen in derartigen Motoren zu erhöhen. Die prinzipielle Beschränkung der Verbrennungstemperatur ist die Verfügbarkeit von geeigneten Materialien gewesen, die den Verbrennungsprozeß einschließen.

Für Gasturbinenmotoren sind Materialien mit herstellbaren Eigenschaften entwickelt worden, die einer Temperatur von maximal etwa 850°C (1550°F) für längere Zeiträume zu widerstehen vermögen. Bei höheren Temperaturen tritt bei diesen Materialien ein gewisser thermischer Notstand auf, der Korrosion und/oder Verformungen zur Folge hat.

Um die Betriebstemperatur eines Brenners über das Vermögen der verfügbaren Hochtemperaturmaterialien hinaus zu erhöhen, ist es bekannt, Gasturbinenbrenner mit relativ komplexen und deshalb unerwünschten Verkleidungsstrukturen zu fertigen, die von einem Mantel getragen werden.

Ferner ist bei fortgeschrittenen Systemen die Temperatur von Luft, die zur Kühlung des Brenners zur Verfügung steht, im allgemeinen ansteigend. Beispielsweise steigen die Verdichterdruckverhältnisse an, woraus eine höhere Temperatur der Verdichterausgangsluft resultiert. Diese Temperatur kann beispielsweise etwa 425 bis 600°C (800 bis 1100°F) betragen. In fortgeschrittenen Systemen mit einem Regenerator oder Rekuperator kann die

Temperatur der Verdichterauslaßluft, die dem Brenner durch den Regenerator zugeführt wird, von üblichen Temperaturen auf etwa  $760^{\circ}\text{C}$  ( $1400^{\circ}\text{F}$ ) bis etwa  $870^{\circ}\text{C}$  ( $1600^{\circ}\text{F}$ ) erhöht werden. Somit besteht bei diesen fortgeschrittenen Systemen eine ausreichende Temperaturdifferenz zwischen der verdichteten, zur Kühlung verfügbaren Luft und der Temperaturgrenze der Materialien, die eine Kühlung erfordern, um die Temperatur der Brennerauskleidung innerhalb eines Bereiches zu halten, dem übliche Brennermaterialien standhalten können.

Ein weiterer Trend, der höhere Temperaturen aushaltende Materialien in einem Gasturbinenbrenner erfordert, ist eine Bewegung in Richtung auf Brennstoffe mit höherem Energiegehalt, die derzeit in derartigen Triebwerken noch nicht üblich sind. Gewisse Anwendungsfälle können beispielsweise die Verwendung eines Brennstoffes erfordern, der eine höhere Energie pro Volumen aufweist. Derartige Brennstoffe können üblicherweise aus einem Brei oder Schlamm mit einem flüssigen Kohlenwasserstoffträger bestehen, der Kohlenstoff und/oder pulverförmiges Metall, wie beispielsweise Aluminium, Bor oder Zink enthält. Derartige Brennstoffe tragen auf zwei Wegen zu einer erhöhten Temperatur der Brennerauskleidung bei. Üblicherweise haben hochenergetische schlammförmige Brennstoffe höhere Flammentemperaturen als Kohlenwasserstoffbrennstoffe allein. Zusätzlich haben derartige schlammförmige Brennstoffe eine viel höhere Strahlungsemission als übliche Kohlenwasserstoffbrennstoffe und deshalb erzeugen sie einen hohen Strahlungsfluß, der thermische Energie auf die Brennstoffauskleidung überträgt. Dieses Zusammenwirken erfordert eine Brennerauskleidung, die etwa  $1100$  bis  $1650^{\circ}\text{C}$  ( $2000$  bis  $3000^{\circ}\text{F}$ ) widerstehen können.

Es existieren zwar Auskleidungsmaterialien, die höheren Temperaturen zu widerstehen vermögen, aber diesen fehlen erforderliche Eigenschaften wie Formbarkeit, Bearbeitbarkeit, Schweißbarkeit und Duktilität, die deren Verarbeitung zu üblichen Brennkammerauskleidungen gestatten würden, ohne relativ komplexe Formen und Befestigungsanordnungen an der restlichen Struktur zu haben. Mehrere wünschenswerte Hochtemperatur-Aus-

kleidungsmaterialien, wie beispielsweise gewisse Keramiken und gewisse Fasern in Bindern, können Temperaturen wesentlich über  $845^{\circ}\text{C}$  ( $1550^{\circ}\text{F}$ ) widerstehen.

Beispielsweise kann Siliziumcarbid Temperaturen von etwa  $1540^{\circ}\text{C}$  ( $2800^{\circ}\text{F}$ ) widerstehen. Ein anderes Hochtemperaturmaterial enthält Kohlenstofffasern in einem Kohlenstoffbinder, d. h. Kohlenstoff-Kohlenstoff, das Temperaturen bis zu etwa  $1650^{\circ}\text{C}$  ( $3000^{\circ}\text{F}$ ) widerstehen kann. Dieses Material muß vor Sauerstoff durch ein Hochtemperaturglas oder eine keramische Oberflächenschicht geschützt werden, um eine Oxidation zu verhindern.

Ein weiteres Hochtemperaturmaterial enthält eine durch eine Oxiddispersion stabilisierte Nickelchromlegierung, die üblicherweise mit MA-956 bezeichnet wird und die Temperaturen bis zu etwa  $1150^{\circ}\text{C}$  ( $2100^{\circ}\text{F}$ ) zu widerstehen vermag.

Übliche Brenner verwenden gewöhnlich Materialien mit im wesentlichen gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten sowohl für die Auskleidung als auch die Mantelstruktur. Dies wird bevorzugt zum Vermindern thermischer Beanspruchung und Dehnung aufgrund unterschiedlicher thermischer Expansion und Kontraktion zwischen der Auskleidung und ihrem tragenden Mantel.

Die oben beschriebenen Hochtemperatur-Auskleidungsmaterialien haben jedoch typischerweise thermische Ausdehnungskoeffizienten, die sich von denjenigen der üblichen Mantelstrukturen wesentlich unterscheiden. In einer üblichen Mantel-Auskleidungsanordnung würde dies zu erhöhter thermischer Beanspruchung führen aufgrund unterschiedlicher Expansion und Kontraktion. In einer Anordnung mit beispielsweise einer keramischen Auskleidung würden diese thermischen Beanspruchungen bewirken, daß die spröde keramische Auskleidung im Betrieb bricht. Dies kann selbstverständlich nicht zugelassen werden.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen und verbesserten Brenner zu schaffen, der in vorteilhafterweise Materialien verwendet, die höheren Temperaturen zu wider-

stehen vermögen. Der Brenner soll eine Brennerauskleidung tragen können, deren thermischer Ausdehnungskoeffizient von dem Rest der Struktur sich wesentlich unterscheidet. Ferner soll der Brenner mit einer Auskleidung relativ einfach aufgebaut sein, die in einer Stellung festgehalten wird, die eine unterschiedliche thermische Bewegung zwischen der Auskleidung und der umgebenden Struktur gestattet.

Erfindungsgemäß wird ein neuer und verbesserter Brenner für einen Gasturbinenmotor mit einem Mantel geschaffen, der eine Aufnahmenut aufweist, die sich im wesentlichen in Umfangsrichtung erstreckt. Eine Auskleidung weist eine Lippe auf, die in der Nut angeordnet ist, um die Auskleidung an ihrem einen Ende zu halten. Diese Anordnung hat die Wirkung, daß die Auskleidung aus einem Hochtemperaturmaterial hergestellt werden kann, das normalerweise schwierig zu fertigen und zu halten ist. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Aufnahmenut an der Verbindungsstelle von zwei Mantelabschnitten angeordnet, und für einen Zugang zu einem Auskleidungsabschnitt für eine Auswechslung kann eine Schweißnaht, die die zwei Mantelabschnitte miteinander verbindet, abgeschliffen werden, um dadurch die Aufnahmenut zu öffnen. Auskleidungsabschnitte aus Hochtemperaturmaterial überlappen sich an ihren Verbindungsstellen, um die Lippe zu schützen und eine Flächen- bzw. Filmströmung von Kühlluft entlang den stromabwärtigen Innenflächen zu bilden.

Die Erfindung wird nun mit weiteren Merkmalen und Vorteilen anhand der Beschreibung und Zeichnung von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Figur 1 ist eine Querschnittsansicht von einem Brenner gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Figur 2 ist eine perspektivische Ansicht von einem Auskleidungssegment eines anderen Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Figur 3 ist eine vergrößerte Ansicht von einer Aufnahmenut, die für das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 geeignet ist.

In Figur 1 ist ein Brenner 10 eines Gasturbinenmotors gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. In üblicher Weise wird Druckluft 12 von einem Verdichter (nicht gezeigt) in den Außenraum des Brenners 10 geleitet. Der Brenner 10 kann eine Ringform aufweisen, wie es dargestellt ist, oder er kann beispielsweise ein becherförmiger Brenner sein.

Ein üblicher Brennstoffinjektor 14 injiziert zerstäubten Brennstoff, ggf. in einem Verwirbler 16 mit Luft gemischt, in einen Dom 18 des Brenners 10. Ein Zünder oder ein Querfeuerrohr (nicht gezeigt) entzündet das Luft-Brennstoffgemisch stromabwärts von dem Brennstoffinjektor 14. Die Verbrennung von Brennstoff setzt sich in einer Verbrennungszone 20 des Brenners 10 fort, wobei die Verbrennung durch in geeigneter Weise zugeführte zusätzliche Injektionsluft unterstützt wird. Verbrennungsgase 22 treten aus dem Brenner 10 durch eine Turbinendüse 24 aus, die die hochenergetische, sich schnell bewegende Verbrennungsgasströmung 22 auf eine Reihe von Turbinenschaufeln (nicht gezeigt) richtet, die daraufhin ein Turbinenrad (nicht gezeigt) drehen, das Rotationsenergie an den Verdichter und ggf. an eine Last liefert. In einigen Anwendungsfällen wird anstelle des Antriebs einer Last durch das Turbinenrad die Ausgangsleistung aus einem Hochgeschwindigkeitsstrahl des heißen Gases entnommen, das Schub erzeugt.

Abgesehen von dem Brenner weist der übrige Gasturbinenmotor einen üblichen Aufbau auf, wie er beispielsweise in den US-Patentschriften 2 547 619 und 2 699 648 beschrieben ist.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung weist der Brenner 10 ringförmige radial äußere und innere Halteteile oder Mäntel 26 bzw. 28 auf, in denen jeweils eine oder mehrere Aufnahmenuten 30 angeordnet sind. Wie in Figur 1 dargestellt ist, sind

mehrere ringförmige, axial beabstandete Aufnahmenuten 30 in den Mänteln 26 und 28 angeordnet. Die Nuten 30 der äußeren und inneren Mäntel 26 bzw. 28 erstrecken sich im wesentlichen in Umfangsrichtung, und ihre Öffnungen sind im allgemeinen radial nach innen bzw. radial nach außen gerichtet. Ferner ist eine Aufnahmenut 30 dargestellt, die in geeigneter Weise an der Verbindungsstelle des Dom 18 und des Mantels 26 ausgebildet ist.

Der Brenner 10 weist auch in Umfangsrichtung verlaufende bogenförmige äußere und innere Auskleidungen 32 bzw. 34 auf. In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel haben die Auskleidungen 32 und 34 mehrere überlappende Auskleidungsabschnitte 32a und 32b und 34a bzw. 34b, die in entsprechenden Nuten 30 angeordnet sind. Weiterhin ist ein verlängertes Leitblech 35 vorgesehen, das sich von der Wirbeleinrichtung 16 erstreckt und teilweise die Verkleidungen 32 und 34 überdeckt, um den Dom 18 vor den Verbrennungsgasen 22 abzuschildern.

Wie weiterhin in Figur 1 dargestellt ist, bilden die Verkleidungen 32 und 34 <sup>geschlossene</sup> Ringe. Jedoch können die Verkleidungen 32 und 34 mehrere bogenförmige Verkleidungssegmente 36 bilden, von denen eines in Figur 2 dargestellt ist, die in Umfangsausrichtung in einer ringähnlichen Form angeordnet sind.

Da die äußeren und inneren Mäntel 26 und 28 und Verkleidungen 32 und 34 einen ähnlichen Aufbau haben und im allgemeinen spiegelbildlich zueinander sind, wird das Ausführungsbeispiel nur in bezug auf den äußeren Mantel 26 und die äußere Verkleidung 32 näher beschrieben. Selbstverständlich sind jedoch auch der innere Mantel 28 und die innere Verkleidung 34 des Brenners 10 vorgesehen.

Die äußere Verkleidung 32 weist eine Lippe oder einen Lippenabschnitt 38 und einen Abschirmungsabschnitt 40 auf, die jeweils vorzugsweise an stromaufwärtigen bzw. stromabwärtigen Enden der Verkleidung 32 angeordnet sind. Die Lippe 38 ist

relativ zu dem Abschirmungsabschnitt 14 geneigt und ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel im wesentlichen senkrecht zu und in einer im allgemeinen radial äußeren Richtung von dem Abschirmungsabschnitt 40 angeordnet. In ähnlicher Weise ist die Lippe 38 der inneren Verkleidung 34 im allgemeinen radial nach innen geneigt.

Die Lippe 38 der Verkleidung 32 ist einfach in der Aufnahmenut 30 angeordnet oder eingeschlossen, ohne darin fest angebracht zu sein. Diese Anordnung mit der Lippe 38 sorgt für eine einfache Halterung der Verkleidung 32 an nur einem Ende davon, d. h. an dem Ende der Lippe 38 in dem äußeren Mantel 26. Der Abschirmungsabschnitt 40 erstreckt sich stromabwärts in den Brenner und ist zwischen dem Mantel 26 und der Verbrennungszone 20 angeordnet, um den Außenmantel 26 gegen die Verbrennungsgase 22 abzuschirmen.

Da die Verkleidung 32 einen kreisförmigen Ring oder ein kreisringähnliches Teil aus mehreren Verkleidungssegmenten 36 bildet, wie es in Figur 2 dargestellt ist, und in Umfangsausrichtung in der Nut 30 angeordnet ist, kann die Verkleidung 32 axial und radial an nur ihrem einen Ende gehalten werden, indem die Lippe 38 in der Nut 30 angeordnet wird. Die Verkleidung 32 ist dadurch frei, von der Lippe 38 aus thermisch zu expandieren und zu kontrahieren. Dies sorgt für eine wesentliche Verbesserung der Lebensdauer, da Beanspruchungen aufgrund unterschiedlicher thermischer Expansion und Kontraktion zwischen dem Mantel 26 und der Verkleidung 32 wesentlich vermindert sind, wenn nicht sogar vollständig eliminiert sind, da die Verkleidungen 32 sich frei in axialer und radialer Richtung ausdehnen kann.

Da ferner die Verkleidung 32 an nur dem einen Ende gehalten ist, kann die Verkleidung 32 einen relativ einfachen Aufbau mit wenigstens der Lippe 38 und dem Abschirmungsabschnitt 40 haben. Übliche komplexe Formen und Mittelpunkthalterungsanordnungen sind nicht erforderlich, und deshalb stellen bei-

spielsweise Schweißbarkeit und Duktilität keine Einschränkungen mehr dar bei der Wahl der zu verwendenden Materialien.

Demzufolge ist das Material der Auskleidung 32 nicht mehr auf übliche Materialien, wie beispielsweise HAST-X oder HS-188 begrenzt, sondern sie kann nun aus einem Material bestehen, das höheren Temperaturen als das Mantelmaterial zu widerstehen vermag. Da der Abschirmungsabschnitt 40 der Verkleidung 32 zwischen der Verbrennungszone 20 und dem Mantel 26 angeordnet ist, ist die Verkleidung 32 Temperaturen ausgesetzt, die wesentlich höher als diejenige des Mantel 26 sind. Deshalb können der Mantel 26 und die Verkleidung 32 unähnliche Materialien aufweisen: Der Mantel 26 kann einfach aus üblichen Materialien hergestellt werden, und Materialien mit verbesserten Eigenschaften bezüglich hoher Temperaturen können für die Verkleidung 32 verwendet werden.

Beispielsweise kann die Verkleidung 32 keramische oder Kohlenstoff-Kohlenstoffmaterialien enthalten. Diese Materialien haben eine größere Oxidationsbeständigkeit als das vorstehend beschriebene übliche Material, und sie sind bei erhöhten Temperaturen formbeständig und können somit höheren Temperaturen widerstehen als die üblichen Materialien des Mantel 26. Obwohl diese Hochtemperaturmaterialien schwierig herzustellen sein können, so hat doch die Verkleidung 32 eine relativ einfache Struktur, da sie nur an einem Ende an dem Mantel 26 angebracht ist und deshalb einfacher zu fertigen ist.

Weiterhin ist allgemein bekannt, daß beispielsweise Keramiken üblicherweise spröde Strukturen haben, die keine wesentlichen Beanspruchungen aushalten können. Da sich die Verkleidung 32 frei ausdehnen und zusammenziehen kann in bezug auf den Mantel 26, sind die darin auftretenden Beanspruchungen wesentlich reduziert, so daß ein Keramikmaterial verwendet werden kann.

Bei üblichen Brenneranordnungen, bei denen eine Verkleidung an einer tragenden Mantelstruktur an mehr als einem Punkt be-



befestigt ist, werden Materialien gewählt, die im wesentlichen gleiche thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen zur Reduzierung von Beanspruchungen aufgrund unterschiedlicher thermischer Expansion und Kontraktion. Gemäß den beschriebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung können jedoch für die Verkleidung 32 Materialien verwendet werden, die wesentlich unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten gegenüber dem Mantel 26 haben, wie es vorstehend beschrieben ist.

Ferner können in dem Außenmantel 26 mehrere Kühlluftöffnungen 42 vorgesehen sein, die Luftstrahlen mit hoher Geschwindigkeit für einen Aufprall von Kühlluft 44 auf die äußere Oberfläche 46 der Verkleidung 32 richten. Die Luft zwischen dem Außenmantel 26 und der Verkleidung 32 kann radial durch eine auf Wunsch vorgesehene Verdünnungsluftöffnung 48 in der Verkleidung 32 strömen, die einen Teil der Prallluft 44 aufnimmt und richtet, um Verdünnungsluft 50 in die Verbrennungszone 20 zu liefern, um die Verbrennung zu unterstützen und die Temperatur der Verbrennungsgase 22 zu senken. Weiterhin strömt ein Teil der Prallkühlluft 44 auch zwischen dem Außenmantel 26 und der Verkleidung 32 axial in stromabwärtiger Richtung, um eine Flächenströmung aus Filmkühlluft 52 zu bilden. Die Filmkühlluft 52 strömt zwischen benachbarte, sich überlappende Verkleidungsabschnitte 32a und 32b und über eine innere Oberfläche 54 des stromabwärtigen Verkleidungsabschnitts 32b. Die Filmkühlluft 52 hat die Tendenz, die inneren Oberflächen 54 der Verkleidung 32 auf einer niedrigeren Temperatur zu halten im Vergleich zu der Temperatur, die sie ohne diese Maßnahme annehmen würde.

In Figur 3 ist ein Detailbild von einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Aufnahmenut 30 für den Brenner 10 dargestellt, wie er in Figur 1 gezeigt ist. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Nut 30 im allgemeinen U-förmig und weist einen Scheitel 56 auf. Der Außenmantel 26 besitzt axial benachbarte erste und zweite Mantelabschnitte 26a bzw. 26b, die an ihren komplementären Enden 58 bzw. 60 aneinander be-

festigt sind und die Nut 30 und den Scheitel 56 bilden.

Die Aufnahmenut 30 wird auch durch eine erste radial gerichtete Wand 62 gebildet, die einstückig mit dem stromabwärtigen Ende 58 des ersten Mantelabschnittes 26a ist. Eine rechtwinklige erste Biegung 64 an dem radial äußeren Ende der ersten Wand 62 positioniert eine erste passende Oberfläche 26 in einer im allgemeinen radialen Lage. In ähnlicher Weise weist eine zweite radial gerichtete Wand 68, die einstückig mit dem stromaufwärtigen Ende 60 des Mantelabschnittes 26b gebildet ist, eine rechtwinklige zweite Biegung 70 an ihrem radial äußeren Ende auf, um eine zweite passende Oberfläche 72 parallel zu der ersten passenden Oberfläche 66 anzuordnen. Die ersten und zweiten Biegungen 64 und 70 halten die ersten und zweiten zusammenpassenden Oberflächen 66 und 72 in einem gegenseitigen Anschlag. Die inneren Wandoberflächen 74 und 76 der Wände 62 bzw. 68 sind parallel zueinander und radial zur Mittellinie des Brenners 10 angeordnet, um die Aufnahmenut 30 zu bilden.

Die radiale Lippe 38 eines zweiten Auskleidungsabschnittes 32b paßt in die Aufnahmenut 30. Der Abschirmungsabschnitt 40 eines ersten Verkleidungsabschnittes 32a ist mit radialem Abstand zu der Lippe 38 angeordnet und überlappt die Lippe 38 und das stromaufwärtige Ende des Abschirmungsabschnittes 40 des zweiten Verkleidungsabschnittes 32b auf einer geeigneten Strecke, um die Lippe 38 und die Nut 30 vor einer direkten Aussetzung an die Verbrennungsgase 22 in dem Brenner 10 auf wirksame Weise abzuschirmen. Somit sind die Lippe 38 und die Wände 62 und 68 auf wirksame Weise von den Verbrennungsgasen 22 getrennt und erfahren eine wesentliche Kühlung durch die Luftströme 12 und 52.

Aus dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel der Aufnahmenut 30 wird deutlich, daß die radialen Abmessungen der Wände 62 und 68 unterschiedlich gemacht werden können. Das heißt, die erste Wand 32 hat eine erste, größere radiale Aus-

dehnung 78, so daß eine erste innere Oberfläche 80 des ersten Mantelabschnittes 26a mit der inneren Oberfläche 54 des Verkleidungsabschnittes 32b im allgemeinen ausgerichtet ist. Eine zweite radiale Ausdehnung 82 der Wand 68 ist wesentlich kleiner als die erste radiale Ausdehnung 78, so daß eine innere Oberfläche 84 des Mantelabschnittes 26b zusammen mit der äußeren Oberfläche 46 des Verkleidungsabschnittes 32b einen Luftströmungskanal 86 bildet für eine Prallkühlströmung 54 und einen Luftfilm 52 dazwischen.

Obwohl die Mantelabschnitte 26a und 26b einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten haben können, der sich von dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Verkleidung 32 und seiner Lippe 38 wesentlich unterscheidet, eliminiert die Tatsache, daß die radiale Lippe 38 lediglich in der Aufnahmenut 30 eingeschlossen ist, um dadurch eine wesentliche Bewegung der Lippe 38 zu gestatten, mechanische Beanspruchungen, die anderenfalls durch die unterschiedliche Expansion dieser Materialien erzeugt würden. Deshalb kann die Verkleidung 32 aus Keramik oder anderen Materialien hergestellt werden, die nicht die bisher erforderlichen Fertigungseigenschaften besitzen, da eine Bearbeitung und Verbindung dieses Materials nicht zur Durchführung der Erfindung erforderlich sind.

Die Lippe 38 kann sich über eine wesentliche radiale Strecke in der Aufnahmenut 30 bewegen, um eine radiale Komponente irgendeiner unterschiedlichen thermischen Expansion zwischen dem Mantel 26 und der Verkleidung 32 aufzunehmen. In gewissen Fällen kann es wünschenswert sein, Mittel zum Zentrieren der Verkleidung 32 in bezug auf den Mantel 26 zu verwenden. Dies kann in der Weise geschehen, daß mehrere in Umfangsrichtung beabstandete Erhebungen oder Vorsprünge 88, vorzugsweise werden drei gleichmäßig beabstandete Vorsprünge 88 verwendet, auf der äußeren Oberfläche 46 des Verkleidungsabschnittes 32a vorgesehen sind, wie es in Figuren 2 und 3 gezeigt ist, um mit der Innenfläche 54 des Verkleidungsabschnittes 32 oder umgekehrt in Kontakt zu kommen. Da diese zwei Verkleidungsabschnitte 32a

und 32b, die aus dem gleichen Material hergestellt sind, im wesentlichen den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten besitzen, sollte dieser Stabilisierungskontakt mit den Vorsprüngen 88 nicht zu einer Rißbildung oder einer anderen Beschädigung führen. Da die Lage der Vorsprünge 88 vor einem direkten Kontakt mit den Verbrennungsgasen 22 geschützt ist, kann ein elastisches bzw. federndes Material mit kleineren Temperatureigenschaften als der Auskleidung 32 in der allgemeinen Lage, die von den Vorsprüngen 88 eingenommen wird, oder anderen geeigneten Stellen verwendet werden, wie beispielsweise zwischen dem Mantelabschnitt 28b und dem Verkleidungsabschnitt 32b. Aufgrund der Elastizität derartiger elastischer Zentrierungsvorsprünge (nicht gezeigt), kann der Unterschied in der Expansion des Mantelabschnittes 26b und des Verkleidungsabschnitts 32b aufgenommen werden.

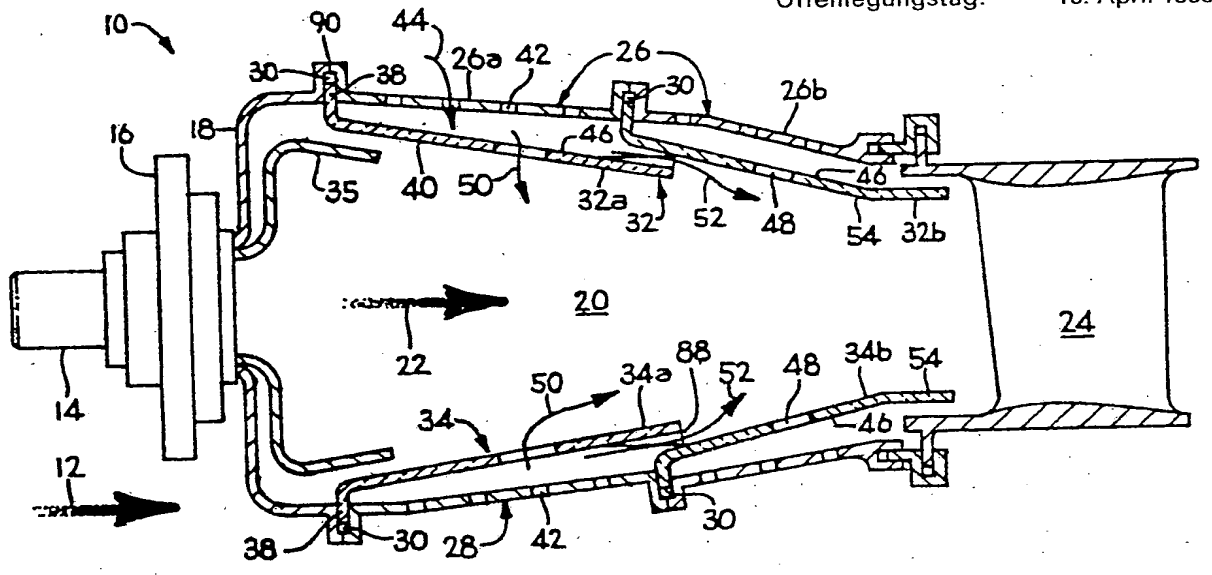
Bei einigen Anwendungsfällen kann eine Maßnahme zum Auswechseln der Verkleidungsabschnitte wünschenswert sein. Dies kann bei dem in den Figuren 1 und 3 dargestellten Ausführungsbeispiel in einfacher Weise dadurch geschehen, daß eine Schweißnaht 90 einen radial äußersten Teil der ersten und zweiten zusammenpassenden Oberflächen 66 und 72 an dem Scheitel 56 verbindet. Obwohl hier eine Schweißnaht 90 vorgeschlagen wird, kann auch irgendeine andere geeignete Verbindungsform verwendet werden, wie beispielsweise Bolzen, Nieten oder eine Klemmverbindung.

Ein Verfahren zum Reparieren des Brenners 10 würde dann in der Weise ablaufen, daß der Mantel 26 an der Aufnahmenut 30 durch eine geeignete Beseitigung der Schweißnaht 90 getrennt wird, beispielsweise durch Schleifen, um die Mantelabschnitte 26a und 26b zu trennen und dadurch die Lippe 38 aus der Aufnahmenut 30 zu lösen. Die freigelegte Verkleidung 32 kann daraufhin ersetzt werden durch Einsetzen einer Lippe 38 einer neuen Austauschverkleidung 32 in der Lage zwischen den getrennten

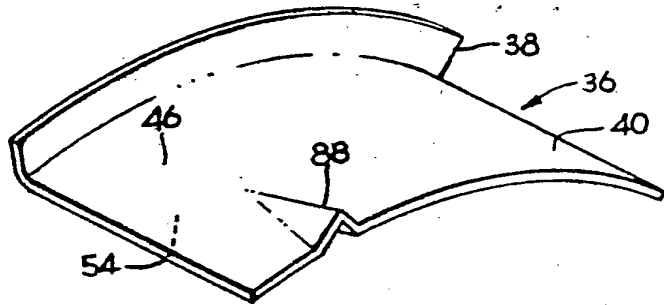
Mantelabschnitten 26a und 26b und indem z. B. durch Schweißen die getrennten Teile wieder verbunden werden, um eine neue Schweißnaht 90 zu bilden.

Selbstverständlich können Brenner gefertigt werden, indem ein oder mehrere Verkleidungsabschnitte 32 in mehreren axial beabstandeten Aufnahemnuten 30 aufgenommen werden und für eine Überlappung sorgen, wie es in Figur 1 gezeigt ist. Bei einem einfachen Motor für eine Verwendung kann ein einziger Verkleidungsabschnitt 26a aus Hochtemperaturmaterial verwendet werden, um die gesamte Verkleidung zu bilden.

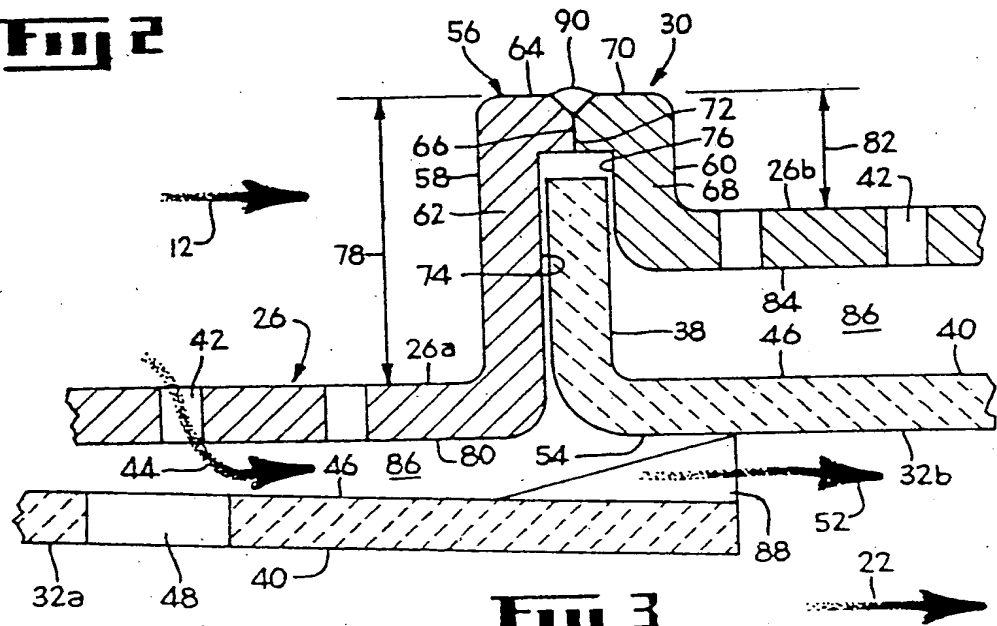
Selbstverständlich sind noch weitere Ausführungsbeispiele möglich. Beispielsweise wurde eine bestimmte Art und ein Verfahren zum Ausbilden der Nut 30 beschrieben, aber es kann eine irgendwie, auf geeignete Art gebildete Nut 30 verwendet werden. Die Nut 30 kann im wesentlichen radial gerichtet sein oder sie kann auch für einige Anwendungsfälle geneigt sein. Weiterhin kann, wenn Verkleidungssegmente 36 verwendet werden, wie sie in Figur 2 dargestellt sind, ein Verfahren zum Reparieren beinhalten, daß das Verkleidungssegment 36 aus dem Brenner 10 entfernt wird. Dann können Austausch-Verkleidungssegmente einzeln eingesetzt werden, wobei geeignete Mittel benutzt werden, um das letzte Segment einzubauen und eine ringähnliche Struktur auszubilden.



**Fig 1**



**Fig 2**



**Fig 3**